

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 757 211

②1 N° d'enregistrement national : 96 15447

⑤1 Int Cl<sup>6</sup> : F 02 B 29/08, F 02 D 41/30

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 16.12.96.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 19.06.98 Bulletin 98/25.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : RENAULT SOCIETE ANONYME —  
FR.

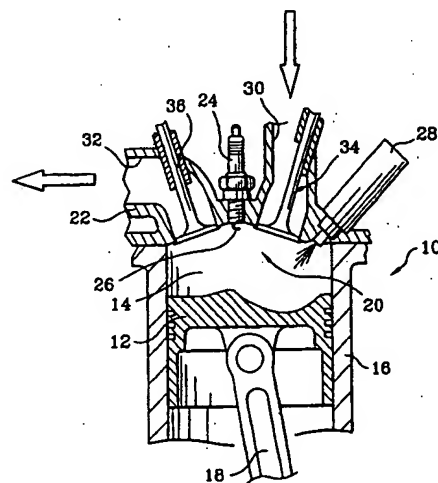
⑦2 Inventeur(s) : HAUET BERTRAND et MONNIER  
GAETAN.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : KOHN PHILIPPE.

⑤4 MOTEUR A COMBUSTION INTERNE A ALLUMAGE COMMANDE ET A INJECTION DIRECTE.

⑤7 L'invention concerne un moteur à combustion interne à quatre temps et à allumage commandé, du type comportant un circuit d'admission d'air (30) qui communique avec une chambre de combustion (20) d'au moins un cylindre du moteur (14), du type dans lequel le moteur (10) comporte des moyens de vannage (34) pour interrompre la communication du circuit d'admission (30) avec la chambre de combustion (20), caractérisé en ce que le moteur (10) comporte des moyens pour avancer ou retarder la fermeture des moyens de vannage (34) à l'admission, au moins pour certaines conditions de fonctionnement du moteur (10), afin de limiter le volume d'air admis dans le cylindre (14), et en ce que le moteur (10) comporte un dispositif d'injection de carburant (28) qui débouche directement dans la chambre de combustion (20).



FR 2 757 211 - A1



L'invention concerne un moteur à combustion interne à allumage commandé et à injection directe.

L'invention concerne plus particulièrement un moteur à combustion interne à quatre temps et à allumage commandé, du type comportant un circuit d'admission d'air qui communique avec une chambre de combustion d'au moins un cylindre du moteur, et du type dans lequel le moteur comporte des moyens de vannage pour interrompre la communication du circuit d'admission avec la chambre de combustion.

10 Dans le but de diminuer la consommation de carburant d'un moteur à combustion interne, on cherche généralement à le faire fonctionner, lorsque cela est possible, avec un mélange air/carburant dit pauvre en ce qu'il comporte une forte proportion d'air, en excès par rapport à la masse de carburant qui est introduite dans le cylindre à chaque cycle. Ce mélange 15 pauvre peut être homogène ou bien encore stratifié, notamment lorsqu'il est en dehors des limites d'inflammabilité du mélange homogène.

Le fonctionnement en mélange pauvre est généralement 20 utilisé à faibles charges lorsque le besoin de puissance est peu important.

Une des conséquences de ce mode de fonctionnement est que la température des gaz issus de la combustion du mélange carburé est sensiblement inférieure à celle obtenue 25 par combustion d'un mélange dans les proportions stoechiométriques. En effet, à quantité de carburant égale, l'énergie produite lors de la combustion provoque le réchauffement d'une quantité de gaz plus importante du fait de la présence d'air en excès.

30 Or, cette baisse de température des gaz brûlés peut perturber le fonctionnement d'un pot catalytique agencé dans le circuit d'échappement du véhicule.

En effet, les réactions de catalyse qui permettent de transformer certains des composants nocifs présents dans ces gaz d'échappement en d'autres composants moins polluants nécessitent pour la plupart une température relativement importante des gaz.

Or, par le biais du fonctionnement du moteur en mélange pauvre, il se peut que la température des gaz soit insuffisante pour déclencher ces réactions de catalyse, ce qui conduit au rejet dans l'atmosphère de gaz non traités et donc polluants.

Une solution pour résoudre ce problème est de disposer dans le circuit d'échappement des moyens de réchauffement des gaz qui permettent de les porter à une température suffisante. Toutefois, ces moyens sont obligatoirement de grands consommateurs d'énergie et affecteraient gravement le rendement global d'un moteur qui en serait ainsi équipé. Cette solution est donc peu intéressante.

Une autre solution connue est d'augmenter la richesse du mélange carburé simplement en limitant le volume d'air admis dans le cylindre, par exemple en prévoyant une restriction de section dans le conduit d'admission d'air lorsque l'on souhaite faire fonctionner le moteur avec un mélange pauvre. Ainsi, pour une même quantité de carburant, la quantité d'air admise dans le cylindre est inférieure, ce qui augmente la richesse du mélange venant de la combustion.

Toutefois, cette solution présente l'inconvénient que, du fait de la présence de la restriction de section, l'admission de l'air à l'intérieur du moteur nécessite une énergie plus importante de la part du piston, énergie qui est prélevée sur l'arbre moteur et qui augmente donc les pertes de rendement dans le fonctionnement de celui-ci.

Aussi, l'invention a pour objet de proposer une nouvelle conception d'un moteur qui permette d'assurer un fonctionnement du moteur en mélange pauvre tout en conservant une température élevée des gaz brûlés sans augmenter la  
5 consommation en carburant.

Dans ce but, l'invention propose un moteur du type décrit précédemment, caractérisé en ce que le moteur comporte des moyens pour avancer ou retarder la fermeture des moyens de vannage à l'admission, au moins pour  
10 certaines conditions de fonctionnement du moteur, afin de limiter le volume d'air admis dans le cylindre, et en ce que le moteur comporte un dispositif d'injection de carburant qui débouche directement dans la chambre de combustion.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- 15 - la fermeture des moyens de vannage est avancée avant qu'un piston du cylindre n'atteigne un point mort bas lors du temps d'admission ;
- le carburant est injecté dans la chambre de combustion après que le piston a atteint le point mort bas ;
- 20 - la fermeture des moyens de vannage s'effectue après qu'un piston a atteint un point mort bas lors du temps d'admission ;
- le carburant est injecté dans la chambre de combustion après un instant qui précède la fermeture des  
25 moyens de vannage d'un temps qui est inférieur au temps minimum du parcours du carburant entre le point d'injection et les moyens de vannage.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit  
30 pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique partielle en coupe d'un moteur à combustion interne conforme aux enseignements de l'invention ;

- les figures 2, 4 et 6 représentent des diagrammes de levée de soupapes respectivement pour un cycle normal d'admission, pour un cycle avec avance à la fermeture de l'admission et pour un cycle avec un retard de la fermeture de l'admission ; et

- les figures 3, 5 et 7 sont des diagrammes pression/volume représentant l'évolution théorique de ces paramètres à l'intérieur d'un cylindre du moteur au cours du cycle à quatre temps, respectivement pour les modes de fonctionnement imposés par les levées de soupapes représentées aux figures 2, 4 et 6.

On a représenté sur la figure 1, de manière schématique et en coupe, une partie d'un moteur 10 à combustion interne et à quatre temps.

De manière connue, le moteur 10 comporte au moins un piston 12 qui se déplace axialement dans un cylindre 14 aménagé dans un bloc moteur 16. Le piston 12, qui est relié à un vilebrequin (non représenté) par l'intermédiaire d'une bielle 18, se déplace dans le cylindre 14 entre un point mort bas PMB et un point mort haut PMH.

A l'extrémité supérieure du cylindre 14, une chambre de combustion 20 est délimitée par une culasse 22.

Le moteur 10 étant un moteur à allumage commandé, une bougie d'allumage 24 est agencée dans la culasse 22 de manière à déboucher dans la chambre de combustion 20. La bougie 24 comporte ainsi des électrodes 26 qui sont agencées à l'intérieur de la chambre de combustion 20 et entre lesquelles il est possible de commander le déclenchement

d'une étincelle propre à enflammer un mélange air/carburant contenu à l'intérieur de la chambre de combustion 20.

Par ailleurs, le moteur 10 est un moteur à injection directe de sorte qu'un injecteur de carburant 28 est aménagé dans la culasse 22 de manière à pouvoir injecter le carburant directement dans la chambre de combustion 20 qui forme l'extrémité supérieure du cylindre 14.

Des conduites d'admission 30 et d'échappement 32 sont aménagées dans la culasse 22 de manière à déboucher dans la chambre de combustion 20. La communication de chacune de ces conduites 30 et 32 avec la chambre de combustion 20 peut être interrompue grâce à une soupape commandée, respectivement d'admission 34 et d'échappement 36.

Ainsi, il est possible de faire entrer de l'air dans la chambre de combustion 20 au travers de la soupape d'admission 34 puis d'expulser les gaz brûlés issus de la combustion du mélange air/carburant dans le cylindre en direction de la conduite d'échappement 32 au travers de la soupape d'échappement 36.

De manière connue, le moteur 10 peut comporter plusieurs soupapes d'admission 36 et/ou plusieurs soupapes d'échappement 38.

On a représenté sur les figures 2 et 3 des diagrammes qui illustrent le fonctionnement classique d'un moteur à quatre temps dans lequel un cycle moteur correspond à deux aller-retours du piston entre ses points morts haut et bas.

La figure 2 représente en diagramme la loi de variation dans le temps de l'ouverture des soupapes 34, 36.

Le premier temps d'un cycle d'un tel moteur, le temps d'admission, se déroule lorsque le piston 12 se déplace d'un point mort haut PMH1 à un point mort bas PMB1 de manière à augmenter progressivement le volume du cylindre 14. Comme

on peut le voir sur la figure 2, un dispositif (non représenté) tel qu'un arbre à came commande l'ouverture de la soupape d'admission 34 pour mettre en communication la conduite d'admission 30 et le cylindre 14. Ainsi, comme on peut le voir  
5 sur la figure 3, le cylindre 14 se remplit d'air à une pression sensiblement constante  $P_0$  entre un volume initial  $V_0$  qui correspond sensiblement au volume de la chambre de combustion et un volume final  $V_1$  qui est le volume maximal du cylindre 14 lorsque le piston 12 atteint son point mort bas  
10 PMB1.

Ensuite, comme on peut le voir sur la figure 2, la soupape d'admission 34 étant fermée, le piston 12 remonte dans le cylindre 14 jusqu'à un point mort haut PMH2 de manière à comprimer l'air emmagasiné dans le cylindre 14.  
15 Ainsi, sur le diagramme de la figure 3, on peut voir que la pression dans le cylindre 14 augmente entre les points PMB1 et PMH2 au cours de la compression.

S'agissant d'un moteur à injection directe, le carburant est injecté par l'injecteur 28 soit au cours de l'admission, soit  
20 au cours de la compression.

Lorsque le piston arrive au point mort haut PMH2, il est alors possible de déclencher la combustion du mélange air/carburant, qui est alors contenu dans le cylindre 14 sous un état comprimé, en déclenchant une étincelle entre les deux  
25 électrodes 26 de la bougie 24.

La combustion du mélange air/carburant provoque une augmentation importante de la pression dans le cylindre, et donc de la température, ce qui repousse le piston 12 vers un point mort bas PMB2 pendant le temps dit de détente qui est la  
30 phase motrice du cycle à quatre temps.

Une fois le piston arrivé au point mort bas PMB2, la soupape d'échappement 36 est ouverte de telle sorte que la

pression dans le cylindre 14 s'équilibre immédiatement avec la pression dans la conduite d'expiration 32 et de telle sorte que, lorsque le piston 12 remonte vers son point mort haut, il provoque l'expulsion des gaz brûlés issus de la combustion.

5 Le cylindre peut alors recommencer un nouveau cycle moteur.

On a représenté sur les figures 4 et 5 un mode de fonctionnement du moteur 10 conforme aux enseignements de l'invention.

10 Comme on peut le voir notamment sur la figure 4, la commande de la soupape d'admission 32 est modifiée de telle sorte que celle-ci est refermée avant que le piston 12 n'ait atteint son point mort bas PMB1 au cours du temps d'admission. On dit alors que la loi de levée des soupapes  
15 comporte une avance à la fermeture de l'admission (AFA).

De la sorte, comme on peut le voir sur la figure 5, on voit que, au cours de l'admission, la pression n'est pas constante dans le cylindre 14. En effet, la quantité d'air aspirée dans le cylindre correspond, sous la pression  
20 d'admission  $P_0$ , à un volume  $V_{AFA}$  qui est inférieur au volume maximal  $V_1$  du cylindre.

Aussi, après la fermeture de la soupape d'admission 34, la pression dans le cylindre 14 diminue jusqu'à ce que le piston 12 ait atteint son point mort bas PMB1, et le volume du  
25 cylindre 14 continue d'augmenter sans que ne soit admis d'air supplémentaire.

Lorsque le piston 12 remonte dans le cylindre 14 vers son point mort haut PMH2, l'air est comprimé et le début de compression s'effectue sur la même courbe dans le diagramme  
30 pression/volume que la détente en fin de temps d'admission.

La quantité d'air admis étant inférieure, si la quantité de carburant introduite dans la chambre de combustion 20 par

l'injecteur 28 est la même que dans le cas du fonctionnement "classique", la richesse du mélange carburé ainsi formé augmente. Bien entendu, cette richesse peut toutefois rester dans le domaine des mélanges pauvres dans lesquels l'air est en excès par rapport au carburant.

Ainsi, lors de la combustion du mélange carburé, la même quantité d'énergie est dégagée par le carburant mais la quantité de gaz à réchauffer est inférieure si bien que la température de ces gaz en fin de combustion s'en trouve augmentée.

Le moteur décrit ainsi un cycle à quatre temps qui est dit cycle de Miller et qui est tel que le taux de compression des gaz est inférieur au taux de détente de ceux-ci. Un tel cycle est particulièrement favorable dans la mesure où l'on sait que le rendement d'un moteur est principalement lié au taux de détente des gaz qui est le rapport du volume du cylindre entre le début et la fin de la combustion du mélange lors du troisième temps du cycle thermique du moteur. Ainsi, la rendement du moteur n'est pas affecté par le moindre volume d'air admis, notamment du fait de la suppression des pertes par pompage.

Par ailleurs, la combinaison de l'injection directe et du cycle de Miller présente l'avantage que, au cours de la détente des gaz dans le cylindre en fin de temps d'admission, seuls les gaz composant l'air sont présents dans le cylindre à cet instant-là. Ainsi, contrairement à un moteur à injection indirecte, l'abaissement de la température des gaz au cours de la détente ne risque pas de provoquer la condensation du carburant sur les parois du cylindre, ce qui est très défavorable au déclenchement de la combustion, notamment dans le cas des mélanges pauvres, et ce qui provoque des émissions, à l'échappement, d'hydrocarbures imbrûlés.

On a représenté sur les figures 6 et 7 un deuxième mode de réalisation de l'invention dans lequel le cycle de Miller est obtenu non pas par une avance à la fermeture de la soupape d'admission 34 mais par un retard de cette fermeture (RFA).

Ainsi, comme on peut le voir sur la figure 7, le cylindre 14 est entièrement rempli d'air à la pression d'admission  $P_0$  au cours du temps d'admission quand le piston se déplace de son point mort haut PMH1 à son point mort bas PMB1. Toutefois, au début de la compression, la soupape d'admission 34 reste ouverte pendant un certain temps.

Aussi une partie de l'air précédemment admis dans le cylindre est refoulé dans la conduite d'admission 30 au travers de la soupape d'admission 34 restée ouverte.

Lorsque la soupape d'admission 34 est refermée, la compression des gaz présents dans le cylindre débute réellement, mais la quantité de d'air présent dans le cylindre correspond, sous la pression d'admission, à un volume  $V_{RFA}$  qui est inférieur au volume maximal  $V_1$  du cylindre 14.

Dans ce mode de réalisation, il est préférable que le carburant soit injecté après la fermeture de la soupape d'admission ou juste avant cette fermeture, à un instant suffisamment proche de celle-ci pour que, en fonction des caractéristiques de l'écoulement des gaz dans le cylindre 14, ce carburant n'ait pas le temps d'atteindre la conduite d'admission 30 avant la fermeture de la soupape d'admission 34. On évite ainsi que du carburant ne soit refoulé dans le circuit d'admission.

Ainsi, grâce à l'utilisation de l'injection directe, il est possible d'éviter qu'une quantité du carburant admis soit refoulé à l'extérieur du cylindre, comme cela est le cas lorsqu'on fait fonctionner un moteur à injection indirecte selon

un cycle de Miller. En effet, dans ce cas, c'est un mélange air/carburant qui est admis dans le cylindre et qui est refoulé dans la conduite d'admission, ce qui rend malaisé le contrôle très précis de la quantité de carburant effectivement présent dans le cylindre 14 pour la combustion.

L'invention peut être mise en oeuvre de manière avantageuse en utilisant divers dispositifs connus permettant de modifier la loi de levée des soupapes. Parmi ces dispositifs, on peut par exemple utiliser un décaleur d'arbre à came à grande amplitude ou un dispositif de distribution variable. Dans un moteur comportant plusieurs soupapes d'admission, on peut prévoir que l'une de ces soupapes soit commandée de manière « classique » et qu'une autre soit commandée avec un retard à la fermeture, cette deuxième soupape étant munie de moyens d'obturation complémentaires pour permettre le fonctionnement du moteur selon un mode « classique ».

## REVENDICATIONS

1. Moteur à combustion interne à quatre temps et à allumage commandé, du type comportant un circuit d'admission d'air (30) qui communique avec une chambre de combustion (20) d'au moins un cylindre du moteur (14), du type dans lequel le moteur (10) comporte des moyens de vannage (34) pour interrompre la communication du circuit d'admission (30) avec la chambre de combustion (20),

caractérisé en ce que le moteur (10) comporte des moyens pour avancer ou retarder la fermeture des moyens de vannage (34) à l'admission, au moins pour certaines conditions de fonctionnement du moteur (10), afin de limiter le volume d'air admis dans le cylindre (14), et en ce que le moteur (10) comporte un dispositif d'injection de carburant (28) qui débouche directement dans la chambre de combustion (20).

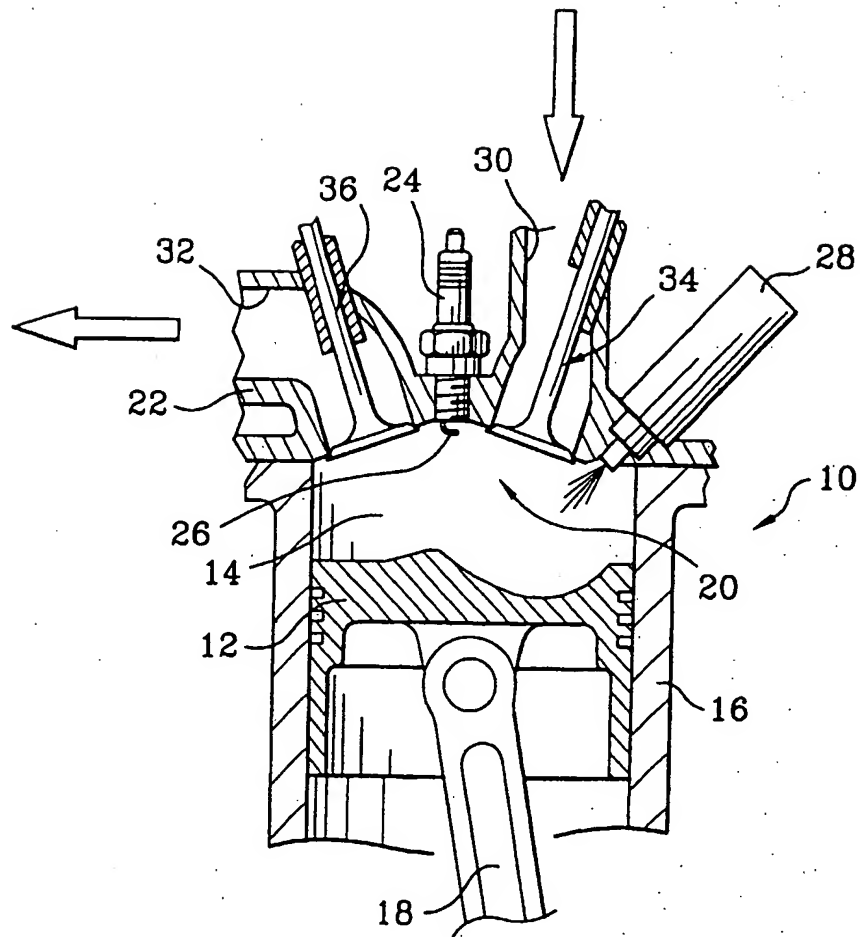
2. Moteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la fermeture des moyens de vannage (34) est avancée avant qu'un piston (12) du cylindre (14) n'atteigne un point mort bas (PMB1) lors du temps d'admission.

3. Moteur selon la revendication 2, caractérisé en ce que le carburant est injecté dans la chambre de combustion (20) après que le piston (12) a atteint le point mort bas (PMB1).

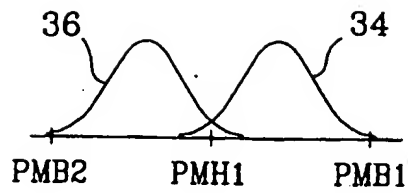
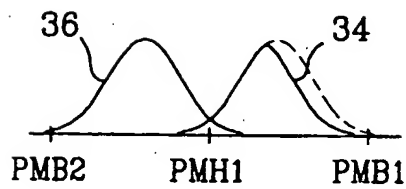
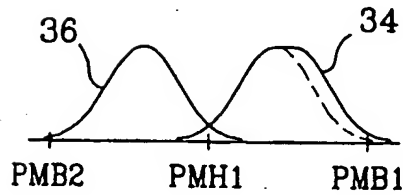
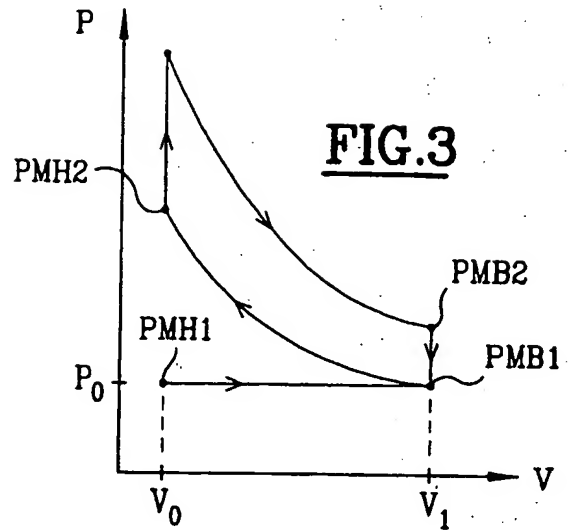
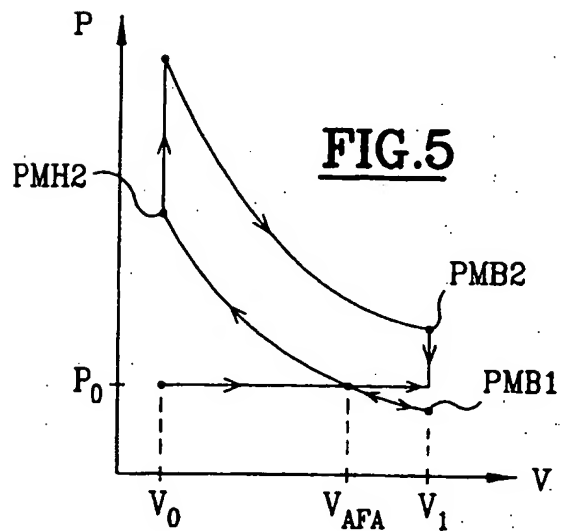
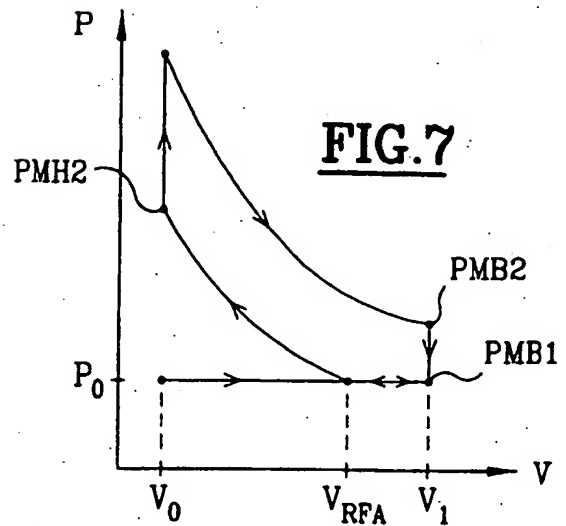
4. Moteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la fermeture des moyens de vannage (34) s'effectue après qu'un piston (12) a atteint un point mort bas (PMB1) lors du temps d'admission.

5. Moteur selon la revendication 4, caractérisé en ce que le carburant est injecté dans la chambre de combustion (20) après un instant qui précède la fermeture des moyens de vannage (34) d'un temps qui est inférieur au temps minimum du parcours du carburant entre le point d'injection et les moyens de vannage (34).

1/2

**FIG.1**

2/2

**FIG. 2****FIG. 4****FIG. 6****FIG. 3****FIG. 5****FIG. 7**

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 536464  
FR 9615447

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	DE 195 15 508 A (HITACHI) * colonne 2, ligne 50 - ligne 57 * * colonne 3, ligne 9 - ligne 15 * * colonne 3, ligne 19 - ligne 32 * * colonne 6, ligne 48 - ligne 51 * * colonne 7, ligne 7 - ligne 15 * * colonne 8, ligne 20 - ligne 25 * * colonne 9, ligne 3 - ligne 8 * * colonne 9, ligne 24 - ligne 36 * * colonne 14, ligne 60 - colonne 15, ligne 10 * * colonne 15, ligne 50 - ligne 55 * * colonne 16, ligne 31 - ligne 36 * * colonne 17, ligne 45 - ligne 51 * * colonne 17, ligne 63 - ligne 67; figures 1,7,19 *	1-5
X	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 18, no. 6 (M-1537), 7 Janvier 1994 & JP 05 248277 A (TOYOTA), 24 Septembre 1993, * abrégé *	1,4
X	--- US 3 180 327 A (NEIR) * colonne 5, ligne 30 - ligne 34 * * colonne 5, ligne 47 - ligne 48 * * colonne 6, ligne 20 - ligne 39 *	1,4
X	--- GB 2 248 087 A (FORD) * page 3, ligne 9 - ligne 14 * * page 5, ligne 18 - ligne 22 * * page 6, ligne 23 - ligne 26; revendications 1,2 *	1
A	--- US 3 986 351 A (WOODS) * abrégé * * colonne 3, ligne 36 - colonne 4, ligne 27; figures 2-6 *	1
---		
-/-		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
12 Août 1997		Joris, J
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

2

EPO FORM 1503 QLE2 (POMC13)

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 536464  
FR 9615447

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	US 4 805 571 A (HUMPHREY) * colonne 2, ligne 14 - ligne 31 * * colonne 6, ligne 49 - ligne 54 * * colonne 7, ligne 28 - ligne 33 * * colonne 23, ligne 60 - colonne 25, ligne 28; revendications 2,3 *	1-3
A	GB 2 301 398 A (KOMATSU) * page 11, alinéa 2 * * page 14, alinéa 2; figures 5,15 *	2,4
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 15, no. 441 (M-1177), 11 Novembre 1991 & JP 03 185217 A (MAZDA), 13 Août 1991, * abrégé *	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
12 Août 1997		Joris, J
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

2

EPO FORM 1503 Q12 (P04C13)